

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-273863

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

C09K 11/06

C09K 11/06

C09K 11/06

H05B 33/22

(21)Application number : 10-077456

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB  
INC

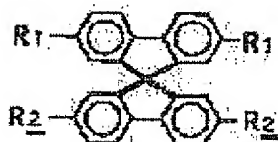
(22)Date of filing : 25.03.1998

(72)Inventor : TOKITO SEIJI  
TAGA YASUNORI  
SAWAKI YASUHIKO  
KIMURA MAKOTO  
INOUE SHINICHIRO

## (54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To freely incorporate electron transport property, hole transport property and luminous properties and improve heat resistance by including an asymmetrical spiro compound having a fluorine skeleton in at least one layer from among organic compound layers.



SOLUTION: This electroluminescent element is composed of one or multiple organic compound layers caught by a positive electrode and a negative electrode and at least one layer from among these layers is formed from an asymmetrical spiro compound expressed by a formula. In the formula, the asymmetrical spiro compound is formed by providing substituted groups which are different from each other for R1 and R2. R1 and R2 each are selected from a hydrogen atom, alkyl group, phenyl group, substituted phenyl group, diarylamino group, heterocycle group or substituted heterocycle

group. Thereby, electron transport property, hole transport property, electron transport property and luminous function can be selected and appropriately imparted to the organic compound layers. In addition, because the asymmetrical spiro compound has a nonplanar molecular structure, it has high glass transition point and is superior in heat resistance.

Partial Translation of Reference B

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication No. 11-273863

Filing No.: 1998-77456

Filing Date: March 25, 1998

Applicant: Toyota Central R&D Labs., Inc.

Priority: Not Claimed

KOKAI Date: October 8, 1999

Request for Examination: Not filed

Int.Cl.<sup>6</sup>: H05B 33/14

C09K 11/06

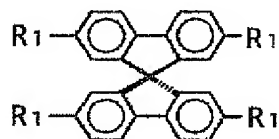
H05B 33/22

---

## CLAIM

1. An organic electroluminescent element having an anode, a cathode, and one or more organic compound layers held between them, at least one layer of the organic compound layers comprising an asymmetric spiro compound having a fluorene skeleton represented by the following General Chemical Formula 1:

[Formula 1]



[0023]

[Examples]

Hereinafter, the present invention will be described more specifically with reference to Examples.

(Preparative Example) Preparation of the compound of Formula 1

2-nitro-4,4'-dibromobiphenyl was prepared by nitration of 4,4'-dibromobiphenyl according to the method by H. G. Dennett and E. E. Turner, J. Chem. Soc., 1,926,476. However, the product was purified by column chromatography.

[0024]

The nitrated compound obtained was reduced in ethanol at a reflux

temperature for 20 hours, by using 7-8 gram equivalents of iron powder and 1 mole equivalent of conc. hydrochloric acid. The crude yield was 84%. The amine compound produced was dissolved in 3 mole equivalents of conc. hydrochloric acid and a small amount of water-ethanol mixture and allowed to react with 1.1 equivalents of sodium nitrite in ice bath, to give a diazonium salt precipitate. The diazonium salt was brominated in the Sandmeyer reaction, in the presence of an approximately twice molar amount of cuprous bromide. Purification, for example by filtration, benzene extraction, and recrystallization, gave 2,4,4'-tribromobiphenyl.

[0025]

#### Spiro ring formation

Previously, palladium acetate and tri-*t*-butylphosphine (molar ratio: 1:4 ) were mixed in xylene, to give a catalyst solution. One mol %-corresponding portion of the catalyst solution was added to a mixture of the 2,4,4'-tribromobiphenyl above, 2 equivalences of a secondary amine 1-naphthyl phenylamine, and 2.4 equivalents of sodium *t*-butoxide in xylene under nitrogen atmosphere, and the mixture was kept at 120°C for 3 hours. After benzene extraction and other common processings, the product was purified by column chromatography, to give a 4,4'-(1-naphthylphenylamino)-2-bromobiphenyl compound.

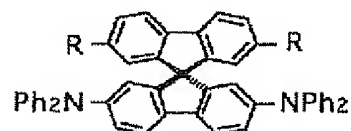
[0026]

The 4,4'-(1-naphthylphenylamino)-2-bromobiphenyl compound obtained was dissolved in tetrahydrofuran; 1.1 equivalences of butyllithium solution was added thereto at 0°C; the mixture was allowed to react at room temperature for 1 hour, for lithium exchange, and then added to a benzene solution containing 1 mole equivalence of 2,7-bis(diphenylamino)-9-fluorenone; and the mixture was kept under reflux for 2 to 3 hours. After posttreatment and drying, the viscous liquid obtained was heated under reflux with a solvent acetic acid and a catalytic amount of methanesulfonic acid, to give a crude product of an asymmetric spiro compound represented by Formula 3 (in Formula 3, R represents a 1-naphthylphenylamino group), i.e., a desired spiro

compound having a fluorene skeleton wherein  $R^1$  represents a diphenylamino group and  $R^2$  represents a phenylnaphthylamino group. The chemical structure was confirmed after purification by chromatography.

[0027]

[Formula 3]

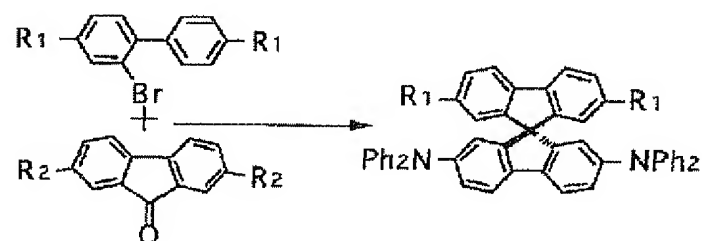


[0028]

In preparation above, introduction of desirable substituent groups as  $R_1$  and  $R_2$  during the coupling reaction (Formula 4) between 2-bromodiphenyl and fluorenone gives a desirable compound.

[0029]

[Formula 4]



[0030]

(Example 1)

A light-emitting layer of the spiro compound represented by Chemical Formula 5 was formed to a thickness of 600 Å on a glass substrate having an ITO film deposited to a thickness of 1800 Å; a layer of the electron-transporting material represented by Chemical Formula 6 was formed thereon to a thickness of 600 Å; and finally, an electrode of a MgAg alloy was formed thereon to a thickness of 2000 Å.

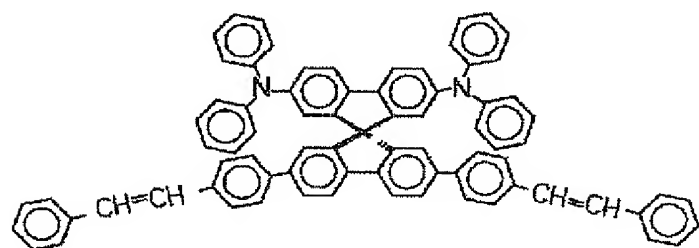
[0031]

The degree of vacuum during vapor deposition was  $6 \times 10^{-7}$  Torr. A 5-V DC

voltage positive to ITO side and negative to the metal side was applied to the organic electroluminescent element thus prepared, to give blue emission at an intensity of approximately  $50 \text{ cd/m}^2$ . The result indicates that the compound of Chemical Formula 5 is both hole-transporting and light-emitting. The element had a half life of 100 hours or longer, when operated continuously at  $11 \text{ mA/cm}^2$ .

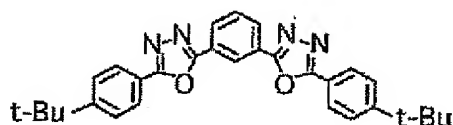
[0032]

[Formula 5]



[0033]

[Formula 6]



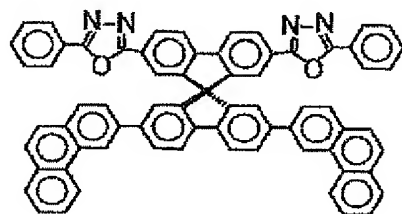
[0034]

(Example 2)

In a similar manner to Example 1, a layer of a diamine derivative represented by Chemical Formula 8 was formed as the hole-transporting layer to a thickness of  $600 \text{ \AA}$  on the glass substrate with an ITO layer, and the compound represented by Formula 7 was formed thereon as the light-emitting layer to a thickness of  $600 \text{ \AA}$  by vacuum deposition. The element showed green emission at an intensity of  $80 \text{ cd/m}^2$ , when a DC voltage at  $5 \text{ V}$  was applied. The result shows that the compound of Formula 7 is both electron-transporting and light-emitting.

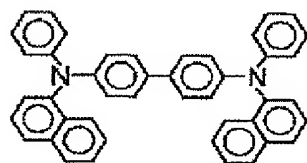
[0035]

[Formula 7]



[0036]

[Formula 8]



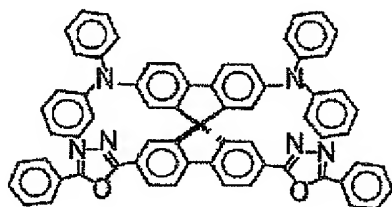
[0037]

(Example 3)

In a similar manner to Example 1, the compound represented by Formula 9 and the rubrene represented by Chemical Formula 10 were codeposited on the glass substrate with an ITO layer under vacuum to a thickness of 1000 Å. The vapor deposition rate of the compounds were so controlled that the rubrene concentration became 3%. A layer of LiF of 5 Å and a layer of Al of 1500 Å in thickness were formed as the metal electrode. Application of a 5-V DC voltage gave yellow emission at a brightness of 20 cd/m<sup>2</sup>. The result shows that the compound of Formula 9 is both electron- and hole-transporting.

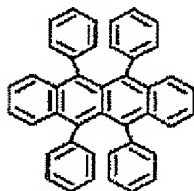
[0038]

[Formula 9]



[0039]

[Formula 10]



[0040]

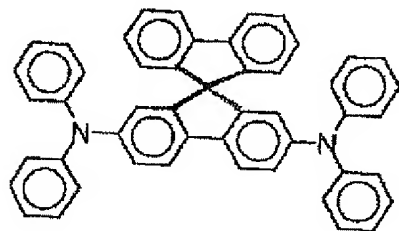
The electroluminescent element may be covered with a protective film of an other organic material or inorganic compound or enclosed in an inert gas, for improvement in reliability of the element. The element may be enclosed not only with gas but also with liquid such as a silicone- or fluorine-based liquid.

(Example 4)

In a similar manner to Example 1, a layer of an asymmetric spiro compound represented by Chemical Formula 11 was formed as the hole-transporting layer to a thickness of 600 Å on the glass substrate carrying an ITO layer, and a layer of a green light-emitting material, the quinolinol aluminum complex represented by Formula 12, was formed thereon to a thickness of 600 Å. The electrode used was a MgAg alloy electrode. Application of a 5-V DC voltage resulted in emission of green light at a brightness of 100 cd/m<sup>2</sup>. As a result, the element thus obtained was higher in brightness than the element prepared with triphenyldiamine (TPD) and had an elongated lifetime of 500 hours under continuous operation at 10 mAcm<sup>2</sup>. It is because the glass transition temperature of the compound represented by Formula 11 is 110°C and significantly higher than that of TPD conventionally used.

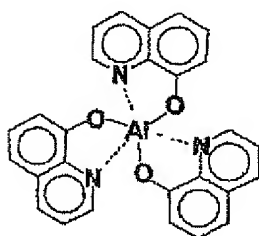
[0041]

[Formula 11]



[0042]

[Formula 12]



[0043]

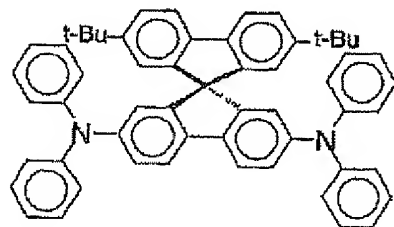
(Example 5)

In a similar manner to Example 1, a layer of an asymmetric spiro compound represented by Chemical Formula 13 was formed as the hole-transporting layer to a thickness of 600 Å on the glass substrate carrying an ITO layer and a layer of a green light-emitting material, the quinolinol aluminum complex represented by Formula 12, was formed thereon to a thickness of 600 Å. The electrode used was a MgAg alloy electrode. Application of a 5-V DC voltage resulted in emission of green light at a brightness of 120 cd/m<sup>2</sup>. As a result, the element thus obtained was higher in brightness than the element prepared with triphenyldiamine (TPD) and had an elongated lifetime of 600 hours under continuous operation at 10 mAcm<sup>2</sup>. The glass transition temperature of the compound represented by Formula 13 was 121°C.



[0044]

[Formula 13]





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-273863

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B
C 0 9 K 11/06	6 1 5	C 0 9 K 11/06	6 1 5
	6 2 0		6 2 0
	6 5 5		6 5 5
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	B
審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-77456

(22) 出願日 平成10年(1998)3月25日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 時任 静士

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 多賀 康訓

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 沢木 泰彦

愛知県日進市岩崎町石兼56-404

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

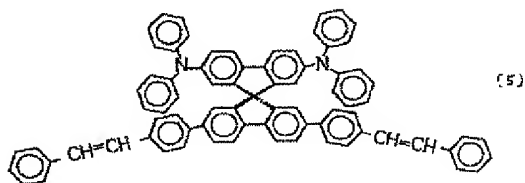
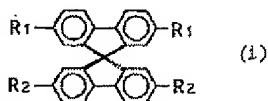
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】正孔輸送機能、発光機能、電子輸送機能を自由に選択できる材料を開発し、耐熱性に優れた有機電界発光素子を得る。

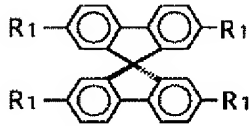
【解決手段】陽極と陰極とこれらに挟持された一層または複数の有機化合物層とからなる有機電界発光素子において、有機化合物層のうち少なくとも一層が一般式1、例えば式5のフルオレン骨格を持つ非対称スピロ化合物を有する有機電界発光素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】陽極と陰極とこれらに挟持された一層または複数の有機化合物層より構成される有機電界発光素子において、前記有機化合物層のうち少なくとも一層が下記の化1式の一般式で表されるフルオレン骨格を持つ非対称スピロ化合物を有することを特徴とする有機電界発光素子。

## 【化1】



## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機電界発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在の情報メディアの急速な発展に伴いできるだけ多くの情報を正確に、かつ快適に人間に伝えるためのディスプレイデバイスへの革新的要求はとどまるところを知らない。現存のブラウン管（CRT）や液晶ディスプレイ（LCD）に加えてプラズマディスプレイの技術の進歩も目を見張るものがある。従来のデバイスでは達し得ない個性的な高性能デバイスの出現が期待されている。その候補として、特に小型のディスプレイとして有機電界発光（EL）素子とフィールドエミッションディスプレイ（FED）が注目されている。この電界発光素子は、透明な陽極上に形成されたわずか100nm程度の厚みの蛍光性有機薄膜と、金属陰極とからなる薄膜素子に数Vの直流電圧を印加すると1A/cm<sup>2</sup>近い大きな電流を素子に流すことができ、有機薄膜の蛍光色に対応した明るい発光が得られる。

【0003】この有機電界発光素子の特徴を列挙すると、1. 非常に薄い、2. 自発光、3. 低電圧直流駆動、4. 光速応答、5. フルカラー、6. 環境に優しいなどを列挙することができる。この有機電界発光素子は、有機物質を能動的な電子材料として活用した本格的なデバイスであり、マルチメディア対応のディスプレイとして期待されている。

【0004】ところで、蛍光性の有機物質に電流を流して発光させようとした研究は、1960年代から行われており、その基本的概念はほぼ確立されていた。しかし、研究対象となった有機物質はアントラセンなどの単結晶であるため、十分な電流を注入することが困難であり、実験上の再現性の問題もあってあまり活発な研究はなされなかった。1987年、イーストマンコダック社から2種類の蛍光性の有機超薄膜を積層した電界発光素子が、わずか10V以下の直流電圧印加で1000cd/m<sup>2</sup>以上の発光を示すという革命的報告がなされた。この報告は電子的性質の異なる2種類の薄膜の組み合わせ

せと、適切な電極の選択というアイデアによって、それまで基礎研究でしかなかった有機電界発光を実用化を意識した応用研究へ導いた。この報告をきっかけに九州大学での有機電界発光素子の研究が本格化し、国内における研究をリードしたのは周知の事実である。これらの有機材料は低分子系のものであるが、高分子を利用した有機電界発光素子の研究も1980年頃から始まり、共役系高分子を中心に欧米で活発に行われている。

【0005】低分子系、高分子系の有機材料ともに高効率、多色化、高耐久性を目指し多種多様な既存材料の発掘や、新規材料の開発が進められている。しかし、現状は低分子系の有機材料の電界発光素子の研究開発の方がかなり先行している。素子の構成としては図1の4種類が代表的である。用いる有機材料の特性によって最適構造が異なる。

【0006】イーストマンコダック社の研究発表から今年で11年目になる。その間、国内の電気、化学系企業、大学、国立研究所の参入によった研究開発が活性化され、わずか10年の研究開発期間であったが多くの研究者や技術者の努力によって、数年前までは夢と思われた有機薄膜を活用した能動的デバイスが現実のものとなった。

【0007】しかしながら、実用化されたディスプレイは緑色発光のモノカラーで、また高温耐久性の面からは十分なものとはいえない。今後、他のディスプレイと競合していく上では、耐久性の改善とフルカラー化が必要不可欠となっている。有機電界発光素子の安定性や耐久性は、素子を構成する有機薄膜の膜構造の安定性が重要であることが知られている。通常、有機薄膜はアモルファス状態で形成されるため、安定にアモルファス状態を保持できる。つまりガラス転移温度が高い材料が優れた耐熱性材料といえる。

【0008】有機薄膜を構成する有機化合物層は、正孔輸送機能化合物、電子輸送機能化合物、発光機能化合物が用いられ、一つの化合物で前記の特性を持つことが望ましいが、通常はそれらを積層して形成される。代表的な正孔輸送材料として、芳香族アミン化合物がある。特に、トリフェニルアミンの2量体であるTPDは国内外で代表的な正孔輸送材料として研究された。このTPDは真空蒸着によって容易にアモルファスの均質な薄膜を基板上に形成できる。しかし、この材料の問題はガラス転移温度（T<sub>g</sub>）が低い（約60℃）ために室温条件下でも長時間経つと結晶化して不均一な膜に変化してしまうことである。結晶化に伴う膜構造の変化は、EL素子にとって致命的である。そこで安定な膜構造を維持できる、つまりT<sub>g</sub>の高い正孔輸送材料の研究が芳香族アミンを中心に進められた。電子輸送材料についても同様なことがいえる。代表的なのはオキサジアゾール（PBZD、BND）やトリアゾール構造（TAZ）を含む化合物である。しかし、これらの材料の多くは結晶化しやす

い性質があるため安定な素子を得ることが難しい。また、駆動電圧が高くなることや耐久性の点で問題があるとの指摘もある。

【0009】有機薄膜を構成する材料のTgを高める方法として、化合物の分子構造に分岐や、非平面性を導入することで、分子間の凝集力を小さくして結晶性を低下させる方法が取られている。スターバースト状やスピロ構造の化合物がその代表である。特に、このスピロ構造は著しく非平面的な分子構造となり、耐熱性の高い材料が開発できる。例えば、トリフェニルアミンやオキサジアゾールさらにはオリゴフェニレンのスピロ化合物は、正孔輸送、電子輸送、発光材料となる。しかし、報告されているスピロ化合物は、同じ構造単位を2つ結合させた構造となっているため、電子的に一つの性質しか示さ



#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記したスピロ化合物は構造的には優れた安定性を有するが、電子的な面では十分な特性の材料が開発されていない。基本単位が電子輸送性の場合には電子輸送性のみ、発光性の場合には発光性のみを有する。本願発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、電子輸送性、正孔輸送性、発光性を自由に組み込むことができる耐熱性の優れた有機材料を提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の電界発光素子は、陽極および陰極と、これに挟持された一層または複数の有機化合物層より構成される有機電界発光素子において、前記有機化合物層のうち少なくとも一層が化1式の一般式で表されるフルオレン骨格を持つ非対称スピロ化合物を有することを特徴とする。

【0014】化1式中、 $R_1$ と $R_2$ とが互いに異なる置換基を持つことで非対称スピロ化合物が形成される。 $R_1$ と $R_2$ は水素、アルキル基、フェニル基、置換フェニル基、ジアリールアミノ基あるいは複素環基、置換複素環基から選ばれ、置換フェニル基、縮合多環式芳香族環基や置換複素環基を適宜選択することにより、電子的、光学的物性を制御することができる。その結果、目的とする発光素子設計が非常に容易となる。また、フェニル基、複素環基にはアルキル基、アルコキシ基、アミノ基、ニトロ基、シアノ基、カルボニル基、スルホニル基、水酸基が結合していてもよい。

【0015】但し、 $R_1$ と $R_2$ は異なることが電子輸送性、正孔輸送性、発光性を自由に組み込むためには重要である。たとえば、 $R_1$ にジフェニルアミノ基で $R_2$ がオキサジアゾール構造とすると、電子輸送性の発光材料となる。 $R_1$ がジフェニル基で $R_2$ がジフェニルアミノ基の

ない。一般には発光材料の場合は発光性と電子輸送性あるいは正孔輸送性が必要である。また、電子と正孔の両荷電キャリアを輸送できるバイポーラ分子では有機層が単層構造となり高効率化が可能となる。

【0010】最近、ヘキスト社から(Polymer Preprints 38(1997)349)分子構造に分岐状、非平面性を導入することで分子間の凝集力が小さくなり、結晶性を低下させるスピロ構造を取り入れた化合物が紹介された。ここで紹介された化合物は、化2式に示すように、同じ構造単位を2つ結合したものであり、1つの性質しか示さないものである。

#### 【0011】

#### 【化2】

場合は正孔輸送性の発光材料となる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本発明の電界発光素子は、陽極および陰極とこれらに挟持された一層または複数の有機化合物層とよりなり、前記有機化合物層のうち少なくとも一層が非対称スピロ化合物で構成されている。前記有機化合物層の一層は、フルオレン骨格を有するスピロ化合物で形成されておりフルオレン骨格に結合している置換基 $R_1$ 、 $R_2$ により非対称性が付与できる。すなわち、 $R_1$ と $R_2$ とは異なる置換基を選択して結合させることで、非対称スピロ化合物となり、前記有機化合物層に、正孔輸送性、電子輸送性、発光性の機能をj選択して適宜付与することが可能となる。また、この非対称スピロ化合物は非平面的な分子構造であるためガラス転移温度が高く耐熱性に優れる。

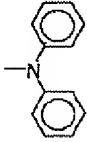
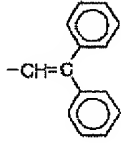
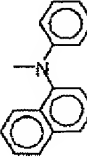
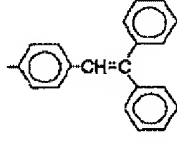
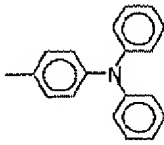
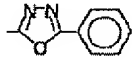
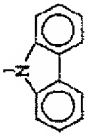
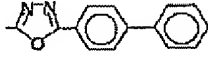
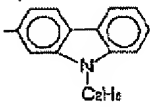
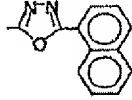
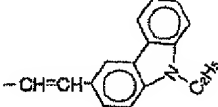

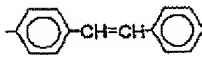
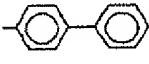
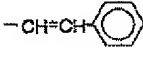
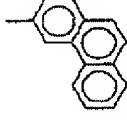
【0017】この非対称スピロ化合物は、 $R_1$ 、 $R_2$ が異なる置換基とすることで非対称スピロ化合物単独で2種の機能を付与することができる。たとえば、 $R_1$ にジフェニル基で $R_2$ がオキサジアゾール構造とすると、電子輸送性の発光材料となる。また、 $R_1$ がジフェニル基で $R_2$ がジフェニルアミノ基の場合は、正孔輸送性の発光材料とすることができる。もちろん、この非対称スピロ化合物は、正孔輸送層や電子輸送層の材料として用いてもよい。

【0018】本発明で使用されるフルオレン構造のスピロ化合物の $R_1$ と $R_2$ のフェニル基や複素環基、アミノ基、オキサジアゾール基が付与された置換基の化合物の具体例を表1および表2に示す。本発明はこれに限定されるものではない。なお、 $R_1$ と $R_2$ は、異なる置換基が選ばれフルオレン構造のスピロ化合物の非対称性の付与ができるのである。また、 $R_1$ と $R_2$ の一方は水素、アルキル基であってもよく、この場合の他方は置換フェニル

基または複素環基の化合物を選ぶ必要がある。

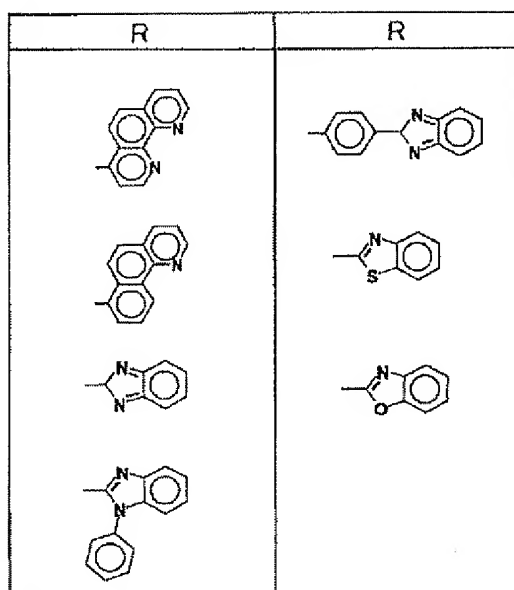
【表1】

【0019】

R	R
	
	
	
	
	
	
	
	

【0020】

【表2】



【0021】この非対称スピロ化合物を用いることで有機化合物層は、高性能化し高耐熱性にすることが可能となる。また、有機化合物層を薄くすることが可能となる。前記電界発光素子の陽極か陰極のどちらかは透明であり、これらの積層膜は透明基板上に形成されている。陽極としては、ITO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの透明導電性酸化物やポリアニリンやポリチオフェンなどの導電性高分子薄膜も用いることができる。

【0022】上記正孔輸送層、発光層、電子輸送層などの有機層は、真空蒸着法で形成するか溶液から成膜する。各層の厚みは数nmから数百nmの均一なものとする。この化合物はこれ単体で用いる以外に、高分子に分散した高分子分散型ELとしてもよい。陰極としては、一般に、Mg、Ag、Ca、Li、Al、Inなどの金属あるいはそれらの合金を用いることができる。また、陰極のAlと有機層の間にごく薄いアルカリ金属やアルカリ土類金属のフッ化物や酸化物を挿入した電極であっても良い。

【0023】

【実施例】以下、実施例により具体的に説明する。

（合成例）化1式の化合物の合成例

2-ニトロ4,4'-ジブプロモビフェニルはH.G.Dennett, E.E.Turner, J. Chem. Soc., 1926, 476の記載に基づき4,4'-ジブプロモビフェニルをニトロ化する方法で行った。但し、生成物についてはカラムクロマトで精製をおこなった。

【0024】上記で得たニトロ化物の還元は、7~8倍グラム当量の鉄粉と1モル当量の濃塩酸を用いてエタノール

の還流温度で20時間反応をおこなった。粗収率は84%であった。この生成アミン化合物を3倍モルの濃塩酸と少量の水-エタノール混合物に溶解し、氷冷下に1.1当量の亜硝酸ナトリウムと反応させてジアゾニウム塩の沈殿とした。ジアゾニウム塩のブロム化はSandmeyer反応により約2倍モルの臭化第1銅を加えて加水分解した。浮別、ベンゼン抽出、再結晶などの精製後、4,4'-トリブプロモビフェニルを得た。

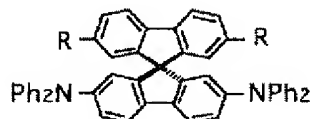
【0025】スピロ環の形成

予めキシレン中で酢酸パラジウムとトリートープチルホスフィン（1：4モル比）を混ぜて触媒液を調整しておく。上記の2,4,4'-トリブプロモビフェニルと2当量の2級アミンの1-ナフチルフェニルアミンと2.4当量のナトリウムトートキシドのキシレン混合物を窒素雰囲気下で上記触媒液の1モル%相当分を加えて120℃で3時間保持した。ベンゼン抽出後、常法処理をして、生成物をカラムクロマトで精製すると4,4'-(1-ナフチルフェニルアミノ)-2-ブプロモビフェニル化合物を得た。

【0026】得られた4,4'-(1-ナフチルフェニルアミノ)-2-ブプロモビフェニル化合物をテトラヒドロフランに溶解し0℃で1.1当量のブチリチウム溶液を加え室温で1時間反応させてリチウム交換した後に、2,7-ビス（ジフェニルアミノ）-9-フルオレン1モル当量のベンゼン溶液に加えて還流下2~3時間保持する。後処理、乾燥して得られる粘濁物をそのまま酢酸溶媒と触媒量のメタンスルホン酸と共に短時間加熱還流する。目的のフレオン骨格のスピロ化合物でR<sub>1</sub>がジフェニルアミノ、R<sub>2</sub>がフェニルナフチルアミノ基で化3式で表される非対称スピロ化合物の粗生成物が得られた（化3式中Rは1-ナフチルフェニルアミノ基を表す）。クロマトにより精製して化学構造の確認を行った。

【0027】

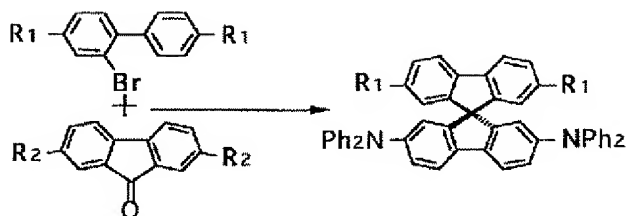
【化3】



【0028】上記の合成において、2-ブプロモビフェニルとフルオレンとのカップリング反応（化4式）の際に、所望の置換基をR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>に導入しておくことで目的とする化合物が合成できる。

【0029】

【化4】



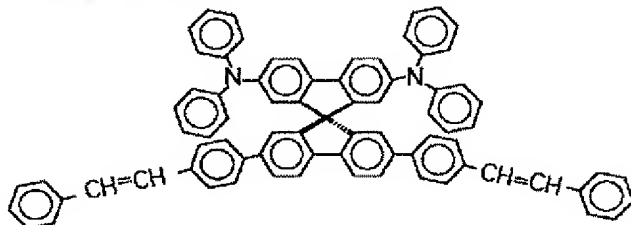
【0030】(実施例1)膜厚が1800ÅのITOが形成されているガラス基板上に、化5式で表されるスピロ化合物からなる発光層を600Å、その上に化6式で表される電子輸送材料を600Åの厚みで形成し、最後にMgAg合金電極を2000Å、真空蒸着で順次形成した。

【0031】蒸着時の真空度は $6 \times 10^{-7}$  Torrであった。このようにして作製した有機電界発光素子に、I

TO側にプラス、金属側にマイナスの5Vの直流電圧を印加したところ、約50cd/m<sup>2</sup>の青色発光が得られた。この結果は化合物の化5式が正孔輸送性と発光性の両性質を有していることを示している。なお、この素子は11mA/cm<sup>2</sup>で連続駆動でも100時間以上の半減寿命を達成できた。

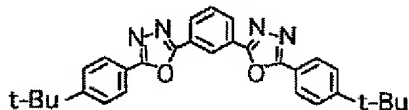
【0032】

【化5】



【0033】

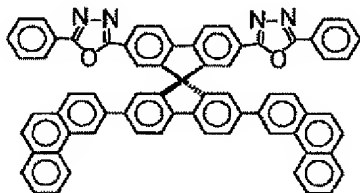
【化6】



【0034】(実施例2)実施例1と同様に、ITO付きガラス基板上に正孔輸送層として化8式で表されるジアミン誘導体を600Å、次に化7式の化合物を発光層として600Å、真空蒸着法で形成した。この素子は5Vと直流電圧印加で80cd/m<sup>2</sup>の緑色発光が得られた。この結果は、化7式の化合物が電子輸送性と発光性の両性質を有していることを示している。

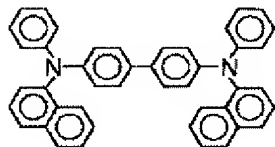
【0035】

【化7】



【0036】

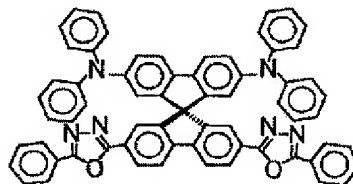
【化8】



【0037】(実施例3)実施例1と同様に、ITO付きガラス基板上に化9式の化合物を化10式のルプレンと同時に真空蒸着法で1000Å形成した。ルプレンの濃度は3%になるように両蒸発源の蒸着速度を制御した。これに金属電極としてLiFを5Å形成後にAlを1500Å形成した。5Vの直流電圧印加で20cd/m<sup>2</sup>の輝度の黄色発光が得られた。この結果は化9式の化合物が電子と正孔の両方を効率よく輸送していることを示している。

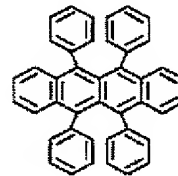
【0038】

【化9】



【0039】

【化10】



【0040】この電界発光素子は他の有機材料あるいは無機化合物の保護膜で覆うか、不活性ガスで封入するなどしてさらに素子の信頼性を高めることができる。封止

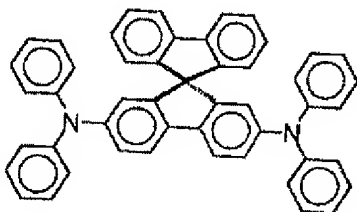


はガスだけでなくシリコン系やフッ素系の液体で封入してもよい。

【実施例4】実施例1と同様に、ITO付きガラス基板上に正孔輸送層として非対称スピロ化合物化11式を600Å成膜し、さらにその上に発光緑色発光材料であるキノリノールアルミ錯体化12式を600Å成膜した。電極はMgAg合金電極を用いた。5Vの直流電圧印加で100cd/m<sup>2</sup>の緑色発光が得られた。この結果、トリフェニルジアミン(TPD)を用いた素子よりも輝度が高く、且つ10mA/cm<sup>2</sup>での連続駆動での寿命も改善され、500時間を達成できた。これは化11式の化合物のガラス転移温度が110℃と従来のTPDよりもかなり高いことに由来する。

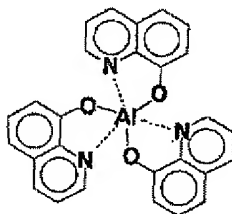
【0041】

【化11】



【0042】

【化12】

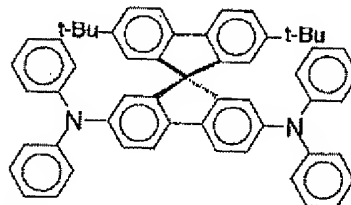


【0043】(実施例5)実施例1と同様に、ITO付

きガラス基板上に正孔輸送層として非対称スピロ化合物化13式を600Å成膜し、さらにその上に発光緑色発光材料であるキノリノールアルミ錯体化12式を600Å成膜した。電極はMgAg合金電極を用いた。5Vの直流電圧印加で120cd/m<sup>2</sup>の緑色発光が得られた。この結果、トリフェニルジアミン(TPD)を用いた素子よりも輝度が高く、且つ10mA/cm<sup>2</sup>での連続駆動での寿命も改善され、600時間を達成できた。これは化13式の化合物のガラス転移温度が121℃であった。

【0044】

【化13】



【0045】

【発明の効果】本発明の有機電界発光素子は、有機化合物層に非対称性のスピロ化合物を有するので、電子輸送性と正孔輸送性、電子輸送性と発光性、正孔輸送性と発光性などの2つの特性を有するので高効率化した有機化合物層が形成できる。さらに、これらの有機化合物はガラス転移温度が高いので素子の耐熱性の向上も図ることができる。

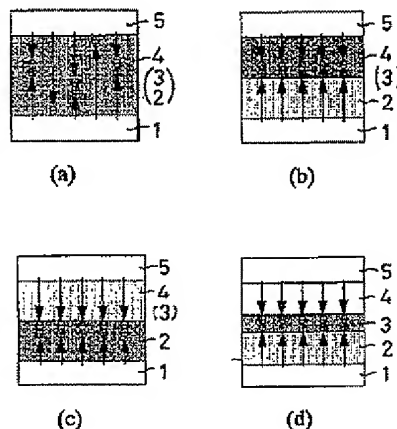
【図面の簡単な説明】

【図1】有機電界発光素子の有機化合物層の代表的な4つの構成の概念図をa、b、c、dに示す。

【符号の説明】

1 陽極、2 正孔輸送層、3 電子輸送層、4 発光層、5 陰極

【図1】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 1 0 年 4 月 3 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

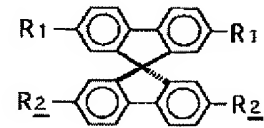
【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】陽極と陰極とこれらに挟持された一層または複数の有機化合物層より構成される有機電界発光素子において、前記有機化合物層のうち少なくとも一層が下

記の化 1 式の一般式で表されるフルオレン骨格を持つ非対称スピロ化合物を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【化 1】




---

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 B 33/22

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

D

(72)発明者 木村 真

愛知県名古屋市港区八百島 2 - 401

(72)発明者 井上 新一朗

愛知県一宮市野口 2 - 1 - 12